



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

D-101

SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK v realizácii JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY		Modernizácia električkových tratí RUŽINOVSKÁ RADIÁLA			
OBJEDNÁVATEĽ		Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava			
PROJEKTANT		DOPRAVOPROJEKT, a.s. Kominárska 141/2,4 832 03 Bratislava			
		HLAVNÝ INŽINIER PROJEKTU	Ing. Nikola Grančič	PODPIS	
		ČÍSLO ZÁKAZKY	8632-01		
PROJEKTANT OBJEKTU		Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o., Vojtecha Tvrdého 23, 010 01 Žilina			
		ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Ján Šimo CSc.	PODPIS	
		VYPRACOVAL	Ing. Mgr. Michal Bugala	PODPIS	
		KONTROLOVAL	Ing. Ján Šimo CSc.	PODPIS	
		IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY	MET-RR-DSP-C-D000-10100-002-X		
KRAJ: BRATISLAVSKÝ	OKRES: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III		DÁTUM	05.2023	
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Staré Mesto, Nové Mesto, Nivy, Ružinov		FORMÁT			
NÁZOV OBJEKTU		MIERKA			
ELEKTRIČKOVÝ SPODOK A ZVRŠOK		STUPEŇ PD		DSP	
		Č. ZÁKAZKY		8632-01	
		Č. SÚPRAVY		Č. PRÍLOHY	
NÁZOV PRÍLOHY		Posúdenie konštrukcie PJD z hladiska hluku a vibrácií		002	

Obsah

1	Identifikačné údaje.....	2
1.1	Stavba	2
1.2	Stavebník, investor a spracovateľ DSP	2
1.3	Stavebný objekt	2
2	Použité podklady.....	3
3	Navrhovaná konštrukcia PJD	3
3.1	Električkový spodok.....	3
3.2	Električkový zvršok.....	3
3.3	Protihlukové úpravy.....	3
4	Posúdenie konštrukcie.....	4
5	Organizácia výstavby	4

POSÚDENIE KONŠTRUKCIE PEVNEJ JAZDNEJ DRÁHY (PJD) Z HĽADISKA HLUKU A VIBRÁCIÍ

1 Identifikačné údaje

1.1 Stavba

Názov stavby:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála (MET-RR)
Projekt:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála, projektová dokumentácia
Stupeň:	Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)
Miesto stavby:	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Okres stavby:	Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III
Obec stavby:	Staré Mesto, Nové Mesto, Ružinov
Kraj stavby:	Bratislavský
Druh stavby:	modernizácia

Klasifikácia stavby

V súlade s opatrením Štatistického úradu č. 128/2000 je predmetná verejná práca zatriedená do skupiny:

- 2 Inžinierske stavby
- 21 Dopravná infraštruktúra
- 212 Železnice a dráhy
- 2122 Ostatné dráhy

1.2 Stavebník, investor a spracovateľ DSP

Stavebník a investor (objednávateľ)

Názov :	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Adresa :	Primaciálne námestie č. 1, 814 99 Bratislava
IČO :	00 603 481

Spracovateľ DSP

Názov :	DOPRAVOPROJEKT, a.s.
Adresa :	Kominárska 2, 4, 832 03 Bratislava
IČO :	31 322 000
Generálny riaditeľ:	Ing. Igor Jakubík
Hlavný inžinier projektu:	Ing. Nikola Grančič

1.3 Stavebný objekt

Časť dokumentácie:	D. Písomnosti a výkresy objektov
Názov objektu:	101 Električkový spodok a zvršok
Projektant objektu:	Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o., Vojtecha Tvrdého 23, 010 01 Žilina
Zodpovedný projektant:	Ing. Ján Šimo, CSc.
Budúci správca objektu:	Dopravný podnik Bratislava, a. s., Olejkárska 1, 814 52 Bratislava IČO 00492736

2 Použité podklady

- Akreditovaná vibroakustická štúdia z dokumentácie DÚR. Územné rozhodnutie nadobudlo právoplatnosť dňa 17.4.2023.
- Ostatné prílohy projektovej dokumentácia tohto objektu s navrhovaným riešením pevnej jazdnej dráhy (PJD)

3 Navrhovaná konštrukcia PJD

Navrhujú sa dva základné typy konštrukcie PJD:

- A) konštrukcia s betónovou doskou primárne určená pre spevnený povrch električkovej trate („nízka“ konštrukcia)
- B) konštrukcia s betónovou doskou a pozdĺžnymi betónovými prahmi určené primárne pre vegetačný povrch električkovej trate („vysoká/zelená“ konštrukcia)

3.1 Električkový spodok

Električkový spodok pozostáva z konštrukcie tvorenej priepustnou nenamfzavou vrstvou zo štrkodrviny minimálnej hrúbky 300 mm (typ A) resp. 250 mm (typ B). Štrkodrvina musí mať plynulú krivku zrnitosti. Statický modul pretvorenia podkladnej vrstvy zo štrkodrviny $E_{def2} = 100 \text{ Mpa}$ a pomer E_{def2}/E_{def1} musí byť rovný alebo menší ako 2,5.

3.2 Električkový zvršok

Električkový zvršok je v dokumentácii navrhovaný ako bezštrkový systém tzv. pevná jazdná dráha s monolitickou železobetónovou doskou. Električkový zvršok je navrhovaný so žliabkovými koľajnicami (napr. 60R2) s pružným upevnením. Upevnenie koľajnic bude do upevňovacích profilov alebo špecifických kovových prvkov s ich kotvením do nosnej dosky. Upevňovacie profily budú zabetónované do nosnej betónovej dosky. Upevňovacie prvky sú prekryté typovými krytkami. Zhotoviteľ stavby predloží prevádzkovateľovi trate na odsúhlasenie výrobnú dokumentáciu navrhovaného technického riešenia PJD vrátane upevnenia.

3.3 Protihlukové úpravy

V celom úseku je trať realizovaná s protihlukovou úpravou. Protihlukovú (súčasne antivibračnú úpravu) tvorí systém prvkov:

- Antivibračné rohože z nerecyklovaného homogénneho bunkového polyuretánu hrúbky 25 mm v jednej vrstve, ktorá je vzhľadom na monolitickú nosnú dosku krytá fóliou.
- Koľajnicové bokovnice, (absorbéry hluku) ktoré sa ku koľajnici prílepia.
- Podložky pod koľajnicu, obalenie rozchodníc.
- Antivibračná rohož bude vytvárať vaňu a po stranách bude vyťahnutá po niveletu koľaje resp. bude rohož vyvedená až k cestnému obrubníku, ktorý limituje šírku električkového telesa a súčasne šírku cementobetónovej vozovky.
- Vzhľadom na zabezpečenie maximálnej životnosti antivibračných opatrení sú všetky uvedené prvky, zabezpečujúce protihlukové a protivibračné vlastnosti, vyrobené z nerecyklovaného homogénnych prvkov.
- Pre zabránenie prieniku vody do konštrukcie el. trate navrhuje sa utesnenie škár zaliatím trvalo pružnou zálievkou. Škárky sú medzi bokovnicou a dlažbou, bokovnicou a cementobetónovým krytom, medzi obrubníkom deliacim šírku el. telesa a cementobetónovým krytom.

Ďalšie konštrukčné riešenia s pozitívnym dopadom na zníženie hluku a vibrácií budú:

- mazacie zariadenia v oblúkoch s polomerom menším než 300 m a výhybkách pre elimináciu vzniku hluku (škrípanie, pískanie a pod.) vznikajúcich pri prejazdoch električiek oblúkmi s malými polomerami; tie boli navrhnuté navyše aj v nemodernizovanej časti úseku medzi ulicou Legionárska a zástavkou Líščie nivy,
- nové koľajnice a výhybky s neopotrebovaným profilom hlavy koľajníc, ktoré s v spojení s prebrúsením vylepšia mikrogeometriu pojazďovanej styčnej plochy s kolesom električky a v maximálnej možnej miere eliminujú vznik kmitania podvozku električiek ako hlavného zdroja hluku,
- koľaj je navrhnutá ako bezстыková,
- nová konštrukcia pevnej jazdnej dráhy spolu s novými odvodňovacími zariadeniami zaistí stabilitu geometrickej polohy koľaje,
- zväčšenie polomerov oblúkov na Americkom a Odborárskom námestí z hodnôt 50 m a 90 m na 75 m a 325 m,
- dilatačné zariadenia jazykového typu, ktoré v porovnaní so staršími používanými typmi (sečnými) úplne eliminujú nárazový hluk pri prejazde kolesa cez prerušenú koľajnicu,
- vegetačný kryt električkového telesa všade tam, kde je to možné, ktorý priaznivo vplýva na zníženie hluku,
- pre zníženie úrovne vibrácií šírených podložími a ich lepšiemu pohlcovaniu sa navrhuje hrubšia betónová doska pevnej jazdnej dráhy v blokovej zástavbe z 250 mm na 350 mm v porovnaní s jestvujúcou praxou (napr. realizované projekty na Špitálskej ulici, Americké námestie).

Výpočtový model LMSS (ľahký systém hmota-pružina) musí preukázateľne zaistiť vlastnú frekvenciu systému na úrovni $f_{tr} = 25$ Hz a útlm vibrácií $f_{tr} = 63$ Hz minimálne na úrovni 80%. Spôsob aplikovania AVR (antivibračná rohož) do systému LMSS nesmie ovplyvniť uvedené záväzné technické parametre. AVR homogénnej bunkovej štruktúry so statickou tuhosťou $C_{stat} = 0,011$ N/mm³ (určená ako sečnicový modul zaťaženia) medzi hladkými oceľovými platňami medzi zaťažieniami 0,02 a 0,07 N/mm², dynamicou tuhosťou C_{dyn1} (10Hz) = 0,027 N/mm³ a stratovým súčiniteľom $\eta = 0,20$ (-).

4 Posúdenie konštrukcie

Navrhnuté technické riešenia pevnej jazdnej dráhy modernizácie električkových tratí – Ružinovská radiála plne rešpektujú súčasné poznatky pre obmedzenie hluku a vibrácií šírených podložími vyvolané koľajovými systémami, ktoré sú kontrolované pri hodnotení dopadu hluku, vibrácií a otrasov na expozíciu obyvateľov vo vnútornom priestore obytných miestností.

Maximálne hodnoty hluku L_{Amax} , v chránených miestnostiach v budovách v prípade výskytu hluku a vibrácií šírených podložími od koľajového systému si vyžadujú validáciu vo forme doplnenia merania vibrácií v hodnotenej miestnosti (podlaha, steny a strop) a v medziľahlých miestach na základoch budovy a v blízkosti budovy aby bolo možné odhadnúť väzobnú stratu budovy (frekvenčne závislý rozdiel rýchlosti vibrácií medzi voľným povrchom a základom budovy) a činiteľ prenosu budovy (frekvenčne závislý rozdiel rýchlosti vibrácií medzi základom budovy a podlahami v budove).

Dynamická odozva vyvolaná technickou seizmicitou vyhovela podmienkam I. medzného stavu v zmysle Eurokódu STN EN 1998-1/NA/Z1. Hodnotenie citlivých zariadení na vibrácie a otrasy v budovách sa vykonáva v zmysle ISO 8569 a riadi sa hodnotami stanovenými výrobcem alebo príslušným štátnym orgánom.

5 Organizácia výstavby

Počas realizácie električkového zvršku s monolitnou betónovou doskou bez alebo s pozdĺžnym betónovým prahom musí zhotoviteľ použiť technológiu, ktorá zaistí nepoškodenie a nezdeformovanie AVR čo následne preukáže dynamická skúška na základe frekvenčne závislého rozdielu hladín vibrácií medzi nosnou

doskou LMSS a voľným povrchom a základom chránených objektov aby vibrácie šírené podložími vyvolané koľajovými systémami neovplyvnili činiteľ prenosu budovy medzi základom budovy a miestami zdržiavania sa ľudí v budove.

Dôsledný technický a autorský dozor počas výstavby je dôležitou súčasťou realizácie PJD, aby sa predišlo k nevhodným zásahom a zmenám do konštrukcie PJD z hľadiska hluku a vibrácií (napr. penetrovanie AVR, vytváranie hlukových/vibračných mostov a pod.).

Dátum: 02/2022

Miesto: Bratislava

Vypracoval: Ing. Ján Šimo, CSc.